

多参数水质在线监测浮标在 内河水质评价中的应用

王亦斌, 孙 涛¹, 王亦宁², 杨 喆^{2*}, 温涛源²

(1. 南水北调东线江苏水源有限责任公司, 江苏 南京 210019;
2. 南瑞集团(国网电力科学院)有限公司, 江苏 南京 211106)

摘要:系统介绍了自主设计开发的内河水质监测浮标的总体设计、系统配置、参数功能等内容。基于位于徐州的南水北调东线京杭运河段投放的多参数水质在线监测浮标监测数据,对南水北调东线京杭运河段中水环境要素的变化进行了分析,并初步探讨多参数监测浮标在水质评价方面的应用。结果表明,南水北调东线京杭运河段水质整体达到了 III 类及以上标准,影响水质变动的要素主要是降雨和地表径流输入。

关键词:浮标;水质监测;内河;南水北调

中图分类号:X832

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2020)07-0014-04

Application of multi-parameter water quality on-line monitoring buoy in water quality evaluation of inland river

WANG Yibin¹, SUN Tao¹, WANG Yining², YANG Zhe^{2*}, WEN Taoyuan²

(1. Eastern Route of South-to-North Water Diversion Project, Jiangsu Water Source
Co., Ltd., Nanjing 210019, China;

2. NARI Group Corporation (State Grid Electric Power Research Institute), Nanjing 211106, China)

Abstract: The overall design, system configuration, parameter functions and other contents of the inland river water quality monitoring buoy designed and developed independently were systematically introduced. Based on the on-line monitoring data of multi-parameter water quality monitoring buoys in the eastern route of the south-to-north water transfer project in Xuzhou, the changes of water environment elements in the eastern route of the south-to-north water transfer project in the Beijing-Hangzhou canal were analyzed, and the application of multi-parameter monitoring buoys in water quality evaluation was preliminarily discussed. The results showed that the water quality of the east route of the south-to-north water diversion project of the Beijing-Hangzhou canal reached the level of category III and above, and the main factors affecting the water quality change were rainfall and surface runoff input.

Key words: buoy; water quality monitoring; inland river; south-to-north water diversion project

作为工农业发展和社会民生的重要载体,水环境安全和保护是生态环境保护的焦点,也是生态文明建设的重要一环。水环境保护重在监管,水质在

线监测是实时掌握水质动态、实现水环境质量即时分析及预警的主要技术手段。南水北调工程作为国家战略性工程,主要任务是优化我国水资源配

收稿日期:2020-04-03

作者简介:王亦斌(1970—),女,高级工程师,本科,主要从事南水北调建设管理和调度运行工作。E-mail:821983828@qq.com。

通信作者:杨喆(1989—),男,高级工程师,博士,主要从事环境监测研究工作。E-mail:08300136@163.com。

置、解决北方地区水资源短缺问题,因此,其输水水质是项目运行中的核心关切^[1-4]。相比于通过取水单元将水样输送至站房内供监测仪器分析的传统方法,水质监测浮标可以实现原位、实时在线监测,避免了水样采集、运输过程中的时间、空间性失真。水质监测浮标的原位性优势使其近些年备受关注,并成为一种新兴水质监测技术^[5]。刘保良等^[6]介绍了水质监测浮标在广西近岸海域水质评价中的应用。阮华杰等^[7]通过浙江省海洋与渔业局在台州大陈海域投放的生态浮标监测数据对赤潮暴发过程中在线浮标监测的数据变化趋势进行了分析。李鹏等^[8]对浮标系统在海洋预报、防灾减灾、海洋权益维护及保障工作中的作用进行了探讨。张学良^[9]分析了海洋浮标系统从安装、调试、布放、运维过程以及上送数据的质量管控措施。

然而,现有的国内外监测浮标应用和相关科研报道多集中于海洋监测^[10],关于多参数水质监测浮标在内河的应用及报道则较少。南水北调东线江苏水源公司于2019年12月在徐州市南水北调东线京杭运河段蔺家坝监测断面投放1套水质监测浮标系统,并在南水北调东线江苏水源公司建立了水资源数据监测管理平台,实现对蔺家坝断面水质数据的数据的原位实时监控。本文基于2019—2020年该套浮标提供的监测数据,对蔺家坝断面中水质要素的变化进行分析,分析探讨浮标在内河水质评价方面的应用。

1 浮标总体设计及配置

1.1 水质监测浮标概述

浮标监测系统主要通过河流/湖库布放监测浮标(安装有水质、营养盐等在线监测传感器及辅助系统),达到数据自动采集、数据存储、北斗数据传输、北斗/GPS定位及自动报警等功能,为政府有关部门提供直观、实时的监测断面水质环境数据与信息。浮标式水质自动在线监测系统由基本支撑系统(浮标体)、监测仪器、数据采集系统、数据传输系统、定位系统、供电系统、安全防护系统、数据服务系统等子系统组成。

1.2 浮标总体设计

根据相关标准和实际需求,自主设计浮标体并委托有资质生产单位生产加工。浮标体内部为电子舱和浮力空腔两部分,电子舱位于浮标体内部中心;主要集成总控系统、数据采集模块、通讯模块和电源管理系统,电子舱底部为蓄电池单元,蓄电池

组单独密封和集成于此;电子舱两侧各设置一个监测井用于固定安装各类监测传感器,所有水下传感器位于水面以下,测量数据具有代表性。定期维护时,可打开监测井盖,将监测传感器安装支架从传感器仓中提出,即可进行试剂更换、清洗探头等维护操作。气象传感器、北斗/GPRS通讯天线、太阳能板及标灯、雷达反射器等安装在浮标体上部支架。自研监测浮标站系统照片如图1所示。

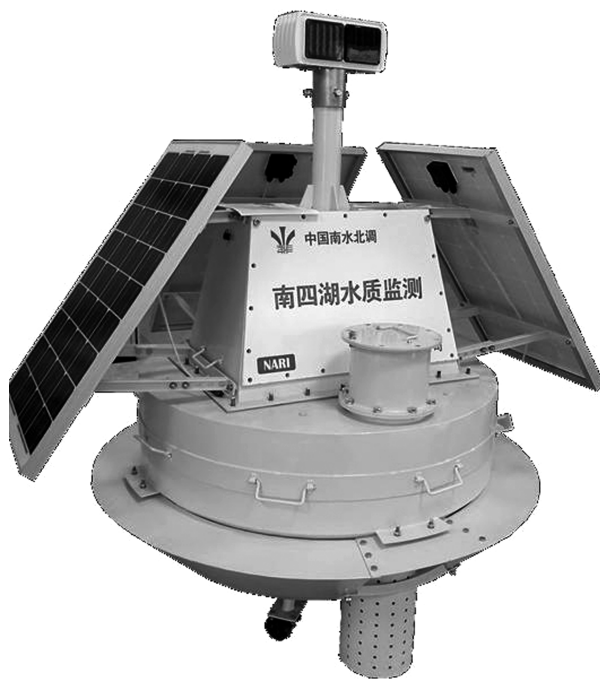


图1 监测浮标站

1.3 系统配置

浮标站依靠太阳能供电系统供电,太阳能供电系统由太阳能板、蓄电池和太阳能充放电控制器组成,太阳能板的功率总数和蓄电池的容量保证在遇到连续15d阴雨天气的情况下,仍能正常供电。通过计算,太阳能供电系统配置采取3块60W单晶光伏面板并联、2块100Ah铅酸蓄电池并联+太阳能充放电控制器的设计。

参照《地表水自动监测技术规划》(征求意见稿)中监测指标的相关建议以及本项目具体需求,本浮标监测站配置常规五参数传感器、营养盐(氨氮、总磷、总氮)分析仪、位置信息(经度、纬度)模块、实时功耗模块共11个参数作为监测指标(表1),监测频率为6h一次。

1.4 投放运行

本研究以南水北调东线京杭运河段蔺家坝监测断面为监测点投放水质监测浮标。该监测断面位于江苏省徐州市铜山区京杭运河河段,该断面宽

表 1 浮标监测项目一览

监测项目	监测方法
温度	热敏电阻法
pH	玻璃复合电极法
溶解氧	荧光猝灭法
电导率	四电极法
浊度	90°散射光测量法
氨氮	水杨酸分光光度法
总磷	过硫酸钾消解-钼酸铵光度法
总氮	过硫酸钾消解-盐酸萘乙二胺分光光度法
纬度	GPS 授时定位
经度	GPS 授时定位
实时电流	直流电流变送器信号

约 100 m、平均水深大于 5 m、平均流速小于 0.1 m/s,现场条件符合浮标投放及运行。运用吊机将浮标投放至河中合适位置,利用锚链固定浮标,随后启动浮标系统。根据浮标上传数据质量及试剂消耗情况,定期对浮标进行运维工作。

2 结果与讨论

2.1 水质参数监测结果

水质监测浮标入水启动监测后对该断面的流水进行连续在线监测,采样、分析及上送数据频率为每 6 h 监测 1 次。本项目中所安装的数据采集控制模块、数据传输通信模块、定位导航模块、五参数传感器、营养盐分析仪分别采用南瑞集团自主研发制造的 ACS-500 数据采集器、DT4100 GPRS DTU 全网通无线传输装置、ACS-GPS 外置 GPS 卫星定位授时终端、N-3000 系列多参数水质传感器、N-1000 系列高集成一体式原位营养盐分析仪(氨氮、总磷、总氮)。监测指标包括 pH、水温、溶解氧、电导率、浊度、氨氮、总磷、总氮、纬度、经度、实时电流信号,以上设备通过国家相关认证。2019 年 12 月至 2020 年 11 月期间浮标获取上传的数据分析结果如表 2。结果表明,水温极低值、极高值分别出现在 1 月、8 月;水体 pH 年值较为稳定;溶解氧在 7.4~10.9 mg/L 之间,主要受水温及微生物代谢活动的影响;浊度、氨氮、总磷、总氮的较高值出现在降雨初期的一段时间,主要原因是降雨和地表径流输入引起的悬浊物、污染物含量较高。

总氮的较高值出现在降雨初期的一段时间,主要原因是降雨和地表径流输入引起的悬浊物、污染物含量较高^[6,11];经度、纬度数值基本恒定,表明浮标未发生显著漂移,确保了监测点始终为该断面;系统的实时电流受水温影响较大,这与营养盐分析仪表在测定总磷、总氮时消解程序升温能耗有关,当水温较低时,消解升温能耗变大,故而实时电流最大值出现在水温最低的 1 月。

2.2 监测断面水质评价

水质监测浮标获取的数据上传至数据管理平台,由平台系统根据水质指标数值对日水质类别进行评价,评价依据国家地表水环境质量标准(GB 3838—2002)对于水质划分标准进行。蔺家坝断面的水质评价统计分析结果如图 2 所示。结果表明,蔺家坝断面日均水质在 III 类及 III 类以上水平占到了全年的 95% 以上,基本符合南水北调东线供水水质目标要求。水质好坏主要的影响因素是高锰酸盐指数,高锰酸盐指数的变动主要受氮、磷元素含量及地表径流输入的污染物影响^[6,11]。

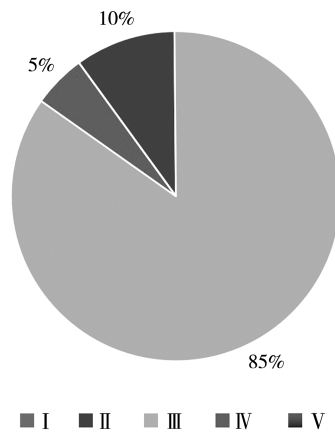


图 2 蔺家坝断面水质类别统计结果

3 结 论

蔺家坝断面的水质监测结果表明,水温极低值、极高值分别出现在 1 月、8 月;水体 pH 年值较为稳定;溶解氧在 7.4~10.9 mg/L 之间,主要受水温及微生物代谢活动的影响;浊度、氨氮、总磷、总氮的较高值出现在降雨初期的一段时间,主要原因是降雨和地表径流输入引起的悬浊物、污染物含量较高。

蔺家坝断面的水质评价统计分析结果表明,蔺家坝断面日均水质在 III 类及 III 类以上水平占到了全年的 95% 以上,基本符合南水北调东线供水水质目标要求。水质好坏主要的影响因素是高锰酸盐

表 2 水质监测浮标的水质指标年均值统计

监测项目	最小值	最大值	平均值
温度/℃	2.1	21.1	14.2
pH	7.91	8.22	8.11
溶解氧/(mg · L ⁻¹)	7.4	10.9	9.5
电导率/(mS · cm ⁻¹)	1119.2	1293.1	1211.4
浊度/NTU	13.5	40.7	18.4
氨氮/(mg · L ⁻¹)	0.131	0.179	0.162
总磷/(mg · L ⁻¹)	0.052	0.094	0.061
总氮/(mg · L ⁻¹)	0.61	1.32	0.69
实时电流/A	0.711	0.732	0.721

指数。

本研究针对内河特征设计开发出高集成多参数水质监测浮标,并用于南水北调东线京杭运河断面的水质监测。运行结果表明,多参数水质监测浮标能够实现原位、连续、实时地监测水体质量的变化,通过浮标的布设,能够实时掌握该断面的水质动态情况,做到对水质指标异常的预警预报,更有效地保护水体环境,为内陆水资源开发利用、决策与规划、运河环境和生态管理,为科学研究和环境评价提供科学的依据。

参考文献:

[1] 黄绳, 农翕智, 梁建奎, 等. 南水北调中线工程运行的环境问题及风险分析[J]. 人民长江, 2019, 50(8):46-51.

[2] 宋盼. 南水北调中线水源现状和水质管理对策[J]. 化工设计通讯, 2019, 45(8):230-231.

[3] 黄星炫. 我国环境检测中地表水监测现状及进展研究[J]. 绿色环保建材, 2019(11):55.

[4] 侯思琰, 刘德文, 徐鹤. 南水北调东线二期(黄河以

北)水质风险分析及对策建议[J]. 中国水利, 2019(13):24-26.

[5] 李强. 浮标站在水环境监测中的应用[J]. 北方环境, 2013, 25(4):139-141.

[6] 刘保良, 陈旭阳, 魏春雷, 等. 水质监测浮标在广西近岸海域水质评价中的应用[J]. 科技资讯, 2019(21):183-184.

[7] 阮华杰, 马骏, 何志强. 生态浮标预测赤潮暴发的分析[J]. 声学及电子工程, 2014(2):44-49.

[8] 李鹏, 许啸春, 潘灵芝. 东海海洋环境监测网浮标观测站布设及其科学意义[J]. 上海国土资源, 2014(1):71-76, 87.

[9] 张学良. 浅谈大型浮标的资料管理与质量控制[J]. 海洋信息, 2014(2):6-10.

[10] 赵聪蛟, 周燕. 国内海洋浮标监测系统研究概况[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(11):13-18.

[11] SCHMIDT W, RAYMOND D, PARISH D, et al. Design and operation of a low – cost and compact autonomous buoy system for use in coastal aquaculture and water quality monitoring [J]. Aquacultural Engineering, 2018(80): 28-36.